

EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA PARA O MILHO, EM QUATRO ÉPOCAS DE SEMEADURA, NO AGRESTE DE ALAGOAS

GUILHERME BASTOS LYRA¹, JOSÉ LEONALDO DE SOUZA¹, RUI PALMEIRA MEDEIROS¹, GUSTAVO BASTOS LYRA², RICARDO ARAUJO FERREIRA JUNIOR¹, FRANKLIN ALVES DOS ANJOS¹, RODOLPHO ARTUR DE SOUZA LIMA¹, LEOPOLDO DE ALMEIDA SÁ¹

¹Laboratório de Agrometeorologia e Radiometria Solar - LARAS, UFAL, Maceió – AL, jls@ccen.ufal.br, Fone (82)-3214-1360

² Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011
– SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES

RESUMO: A eficiência no uso da água (EUA) é uma maneira de avaliar a relação entre a produção agrícola e a água utilizada nessa produção. Essa pode ser definida como a razão entre o rendimento da cultura e a quantidade de água utilizada para produzir este rendimento. O trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência no uso da água para a cultura do milho em quatro épocas de semeaduras (06/05; 19/05; 10/06 e 30/06/2008) na região de Arapiraca. A EUA foi estimada por meio de regressão linear entre os valores da massa seca acumulada (kg ha^{-1}) e a água consumida no período, correspondente a evapotranspiração real convertida para $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$. Já a EUA para o rendimento econômico (EUAr) foi pela relação entre a produção de grãos e a água consumida durante todo o ciclo da cultura. A maior EUAr observada ocorreu na terceira época de semeadura (10/06/2008), devido a redução da disponibilidade de água após o período crítico. Os rendimentos de grãos não tiveram diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$) para as três primeiras épocas de semeadura.

PALAVRAS-CHAVE: evapotranspiração real, calendário agrícola e *Zea mays*

WATER EFFICIENCY USED IN FOUR SOWING DATES IN THE AGRESTE ALAGOAS IN BRAZIL

ABSTRACT: The water use efficiency (WUE) is a way to evaluate the relationship between agricultural production and water used in this production. This can be defined as the ratio of crop yield and quantity of water used to produce this income. The study aims to evaluate the water use efficiency for maize crop in four sowing dates (May 06th, May 19th, Jun 10th and Jun 30th, 2008) in the region Arapiraca, Brazil. The WUE was estimated by linear regression between the values of dry matter accumulation (kg ha^{-1}) and water consumed during the period, corresponding to actual evapotranspiration converted to $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$. Already the WUE for economic yield (EUAr) was the relationship between grain yield and water consumed throughout the crop cycle. The most EUAr observed occurred in the third sowing date (May 19th, 2008) due to reduced availability of water after the critical period. Grain yields were not statistically significant ($p \leq 0.05$) for the first three seasons.

KEYWORDS: actual evapotranspiration, crop calendar and *Zea mays*

INTRODUÇÃO: A água é essencial para a produção agrícola, principalmente nos processo de síntese de fotoassimilados das plantas, como também para a expansão do tecido. No entanto, bem mais de 90% da água requerida pelas plantas terrestres não é utilizada, sendo perdida através da transpiração. A eficiência no uso da água (EUA) é uma grandeza definida pela inclinação da reta da regressão linear que relaciona a massa seca vegetal com a quantidade de água necessária para produzi-la (Steduto e Albrizio, 2005; Grassini *et al.*, 2009), ou, do ponto de vista fisiológico, em que a fotossíntese relaciona-se com a transpiração. A EUA também pode ser definida como a razão entre o rendimento da cultura (geralmente o rendimento econômico) e a quantidade de água utilizada para produzir este rendimento (Zhang *et al.*, 2003). O presente trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência no uso da água para a cultura do milho em função de quatro épocas de semeaduras na região de Arapiraca, Alagoas.

MATERIAL E MÉTODOS: A pesquisa de campo realizada no município de Arapiraca/AL (09° 48' 55,1" S, 36° 36' 22,8" W e 236 m), com a cultura do milho (variedade Al Bandeirantes) no período de maio a outubro de 2008. A topografia é plana e o solo classificado como latossolo vermelho amarelo distrófico. Quatro épocas de semeadura foram efetuadas, sendo três compreendidas dentro do período recomendado pelo zoneamento climático do Ministério da Agricultura para a cultura do milho, em Alagoas e um tardio, em que a semeadura ocorreu dez dias após a data limite preconizada pelo zoneamento. A primeira época de semeadura (T1) ocorreu no dia 06 de maio, a segunda (T2) no dia 19 de maio, a terceira (T3) no dia 10 de junho e quarta (T4) no dia 30 de junho de 2008.

Os estádios fenológicos da cultura foram observados considerando os critérios utilizados por (Ritchie *et al.*, 1993), dividido em fases vegetativa (VE, Emergência; V1, 1ª folha desenvolvida; V2, 2ª folha desenvolvida; V3, 3ª folha desenvolvida; V4, 4ª folha desenvolvida; V(n), enésima folha desenvolvida.; VT, pendoamento) e reprodutiva (R1, florescimento; R2, grão leitoso; R3, grão pastoso; R4, grão farináceo; R5, grão farináceo duro; R6, Maturidade fisiológica).

As amostragens, para determinação da matéria seca, foram feitas nos estádios fenológicos V3, V4, V6, V8, V10, V12, V14, V16 e R1 a R6, iniciando sempre nas primeiras horas do dia, com a coleta de doze plantas por tratamento, sorteadas previamente, que foram levadas ao laboratório. O material vegetal foi identificado, acondicionado em sacos de papel e levado a estufa a 68 °C com ventilação forçada, permanecendo até que a massa da planta apresentasse valor constante. A determinação da massa seca foi feita através de balança digital semi-analítica.

Os elementos meteorológicos foram obtidos numa estação agrometeorológica automática, localizada em uma área contígua ao experimento. Os valores da ETo (mm dia⁻¹) foram obtidos através do método de Penman-Monteith-FAO 56. A ETc, foi calculada multiplicando a ETo pelo coeficiente de cultura (Kc). O cálculo de evapotranspiração real (ETr), em mm foi efetuado pelo produto da ETo e Kc ajustado (Kc_{ajust}) para uma condição de umidade do solo, variável (Allen *et al.*, 1998). Maiores detalhes destes procedimentos constam em Medeiros (2009)

A eficiência no uso da água (EUA) foi estimada por meio de regressão linear, forçada a passar pela origem, entre os valores da massa seca acumulada (kg ha⁻¹) e a água consumida no período, correspondente a evapotranspiração real convertida para m³ ha⁻¹. A eficiência no uso da água para o rendimento econômico foi definida pela relação entre a produção de grãos e a água consumida durante todo o ciclo da cultura (Zhang *et al.*, 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os valores da eficiência no uso da água não apresentaram diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$) entre as épocas de semeadura para os estádios fenológicos V3, V6, V8 e V12 (Tabela 1). Isso pode ter sido decorrente do suprimento hídrico adequado ao desenvolvimento das plantas em todos os tratamentos. Observa-se que no florescimento feminino R1, ocorreram diferenças estatisticamente significativas entre as épocas de semeadura T3 e T4 decorrentes da redução na evapotranspiração com comprometimento da eficiência no uso da água em T4. Mesmo nesse tratamento, que sofreu forte estresse hídrico nos estádios seguintes, houve tanto redução na produção de massa seca como na evapotranspiração e com isso a planta fechou os estômatos economizando água em detrimento da fixação de CO_2 .

Tabela 1. Eficiência no uso da água ($kg\ m^{-3}$) para plantas de milho em seis estádios fenológicos (V3, V6, V8, V12, R1, R4 e R5) para as quatro épocas de semeadura (T1, T2, T3 e T4).

| ESTÁDIOS FENOLÓGICOS | TRATAMENTOS | | | | DMS | CV% |
|-------------------------|-------------|---------|--------|--------|-------|-------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | | |
| V3 | 0,038a | 0,049a | 0,056a | 0,056a | 0,023 | 27,74 |
| V6 | 0,355a | 0,466a | 0,436a | 0,348a | 0,144 | 21,63 |
| V8 | 0,997a | 1,174a | 1,246a | 1,199a | 0,359 | 18,69 |
| V12 | 2,747a | 2,535a | 2,705a | 2,963a | 0,616 | 13,53 |
| R1 | 3,690ab | 4,175ab | 4,335a | 3,450b | 0,805 | 12,36 |
| R4 | 4,785a | 4,916a | 5,229a | 4,836a | 1,148 | 13,96 |
| R5 | 4,623a | 4,638a | 5,204a | 4,703a | 1,385 | 17,37 |

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si ($p \leq 0,05$) pelo Teste de Tukey; DMS: Diferença mínima significativa; CV: Coeficiente de variação.

A Figura 1 mostra os valores das declividades das retas das regressões lineares que relacionam a produção de matéria seca com quantidade de água, necessária para a sua produção. Esses valores variaram de $3,76\ kg\ m^{-3}$ no tratamento T4 a $4,28\ kg\ m^{-3}$ no tratamento T3. Entretanto, quando se observa a EUA para rendimento econômico (EUAr) Tabela 2, verifica-se que os valores variaram de $0,86\ kg\ m^{-3}$ a $1,71\ kg\ m^{-3}$. Esses valores estão abaixo daqueles encontrados por Kang et al. (2000), trabalhando com milho na região semi-árida do noroeste da China, que variam de $2,11$ a $2,38\ kg\ m^{-3}$ e, estiveram próximos dos encontrados por Silva (2007) em São Paulo, que encontrou valores variando de $0,63\ kg\ m^{-3}$ a $1,31\ kg\ m^{-3}$, trabalhado com a cultura do milho, sob várias doses de nitrogênio.

Enquanto houve uma redução de apenas 12% entre T4 e T3 quanto à eficiência no uso da água para a matéria seca total, a diferença entre os dois tratamentos para a eficiência no uso da água para o rendimento econômico foi de 50%, tendo apresentado diferença estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$) quando comparado às demais épocas de semeadura. Isso é uma indicação de que o déficit hídrico ocorrido no período de enchimento dos grãos em T4 reduziu significativamente o rendimento da cultura em relação às demais épocas de semeadura. A maior EUAr observada em T3 foi decorrente da redução da disponibilidade de água após o período crítico não afetando o rendimento da cultura que não apresentou diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$) quando as épocas de semeadura T1, T2 e T3 foram comparadas. As estratégias de adaptação das plantas de milho ao estresse hídrico segundo Pandey et al. (2000) passam pela redução do IAF, aumento do sistema radicular, diminuição da relação copa/raiz e aumento da EUA.

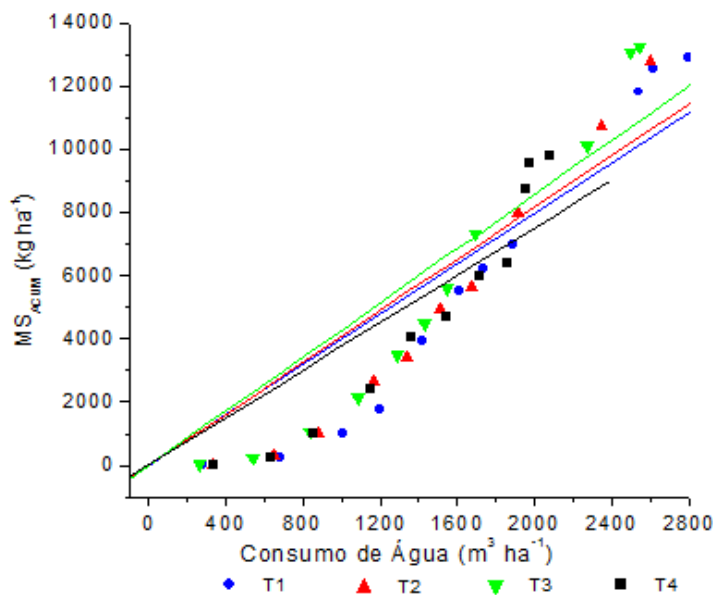


Figura 1. Relação entre a produção de massa seca acumulada total (MS, kg ha⁻¹), e o consumo de água (m³ ha⁻¹), do milho semeado em quatro épocas: tratamento T1 (y = 3,98x, r² = 0,95), tratamento T2 (y = 4,09x, r² = 0,97), tratamento T3 (y = 4,28x, r² = 0,96), tratamento T4 (y = 3,76x, r² = 0,93), na região de Arapiraca-AL

Tabela 2. Evapotranspiração real (mm), consumo de água (m³ ha⁻¹), rendimento de grãos (kg ha⁻¹), eficiência no uso da água, EUA, (kg m⁻³) para a matéria seca total e eficiência no uso da água (kg m⁻³) para o rendimento EUA_r, de plantas de milho submetidas a quatro épocas de semeadura (T1, T2, T3 e T4).

| PARÂMETROS | T1 | T2 | T3 | T4 |
|--|--------|-------|-------|-------|
| Evapotranspiração real | 356,2 | 335,3 | 262,2 | 229,6 |
| Consumo de água | 3562 | 3353 | 2622 | 2296 |
| Rendimento de grãos | 3780a | 4119a | 4497a | 1968b |
| EUA (matéria seca total) | 3,98 | 4,09 | 4,28 | 3,76 |
| EUA _r (rendimento de grãos) | 1,06bc | 1,23b | 1,71a | 0,86c |

⁽¹⁾ Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si (p ≤ 0,05) pelo Teste de Tukey; DMS: Diferença mínima significativa; CV: Coeficiente de variação.

CONCLUSÕES: A maior eficiência no uso da água para a produtividade de grãos de milho foi para a terceira época de plantio, com maior economia de água e maior produtividade.

AGRADECIMENTO: CT-Hidro/CNPq 504068-03-2, CNPq-Universal 479143/2007-2, FAPEAL, CAPES, EMBRAPA.

REFERÊNCIAS: ALLEN, R. A.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop requirements**. Roma: FAO, 1998. 328p. (Irrigation and drainage paper, 56).

GRASSINI, P., YANG, H. & CASSMAN, K., G. Limits to maize productivity in Western Corn-Belt: A simulation analysis for fully irrigated and rainfed conditions **Agricultural and Forest Meteorology**, v.149, p. 1254-1269, 2009.

KANG, S.; SHI, W. & ZANG, J. An improved water-use for maize grown under regulated deficit irrigation. **Field Crops Research**, v 67, p. 207 – 214, 2000.

MEDEIROS, R. P. **Componentes do balanço de água e de radiação solar no desenvolvimento do milho, em quatro épocas de semeadura, no Agreste de Alagoas**. Rio Largo, 2009. 88f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas.

PANDEY, R. K.; MARANVILLE, J. W; CHETIMA, M. Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 46, n. 1, p. 15 – 27, 2000.

RITCHIE, S.W. HANWAY, J.J. BENSON, G.O. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1993. 21p. (Cooperative Extension Service. Special Report, 48)

SILVA, M. M. **Balanço de água no solo com milho sob plantio direto e diferentes doses de nitrogênio**, 86 p. il. (Tese de doutorado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz Piracicaba, SP. 2007.

STEDUTO, P.; ALBRIZIO, R. Resource use efficiency of field-grown sunflower, sorghum, wheat and chickpea II. Water use efficiency and comparison with radiation use efficiency. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 130, p. 269-281, 2005.

VIEIRA, H., J.; BERGAMASCHI, H.; COUTINHO, A. R.; ANGELOCCI, L. R. Disponibilidade hídrica do solo e eficiência do feijoeiro em utilizar água e radiação solar. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, v. 25, p. 1429-1445, 1990.

ZHANG, Y.; ELOISE, K.; QIANG, Y.; CHANGMING, L.; SHEN YANJUN, S.; HONGYONG, S. Effect of soil water deficit on evapotranspiration, crop yield, and water use efficiency in the North China Plain. **Agricultural Water Management**, v. 64, p. 107-122, 2004.